

(19) European Patent Office
(11) EP 1 033 167 A2
(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION
(51) Int. Cl.⁷: B01J 8/06, B01J 19/24
(43) Date of Publication
9/6/2000 Patent Reports 2000/36
(21) Application Number: 00102261.5
(22) Date of Application: 2/15/2000

(84) Designated Treaty States
AT BE CH CY DE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Designated Extension States:
AL LT LV MK RO SI
(30) Priority: 3/3/1999 DE 19909340
(71) Applicant:
BASF AG
67056 Ludwigshafen (DE)

(72) Inventor:
▪ Olbert, Gerhard
69221 Dossenheim (DE)
▪ Corr, Franz
67067 Ludwigshafen (DE)
(74) Attorney:
Isenbruck, Günter, Dr., et al.
Patent and Civil Attorneys
Bardehle – Pagenberg – Dost – Altenberg – Geissler – Isenbruck
Theodore-Heuss-Anlage 12
58165 Mannheim (DE)

(54) Tube-Bundle Reactor with Tiered Inner Diameter

(57) A reactor with a contact-tube bundle is proposed in which a fluid reaction mixture is fed through the contact tubes and a heat-exchange medium passes through the space surrounding the contact tubes and in which the contact tubes have a reduced inner diameter in the region where the reaction mixture enters as compared to where the reaction mixture is discharged. The reactor is especially appropriate for carrying out catalytic gaseous-phase oxidations, preferably for the production of phthalic anhydride, (meth)acrolein, (meth)acrylic acid, maleic anhydride, oxalic acid and/or glyoxal.

[0001] The invention concerns a reactor with a contact-tube bundle, a method for fabricating the reactor as well as an application.

[0002] Tube-bundle reactors are used extensively for carrying out chemical reactions, in particular for reactions with a high heat of reaction, especially for strongly exothermic gaseous-phase reactions.

[0003] For regulating temperatures, the reaction tubes are surrounded by a heat-transfer medium, for example, molten salt. In spite of this thermal stabilization, there occurs along the catalytic charge the development of so-called "hot spots", with increased temperature relative to the rest of the catalytic charge. On the one hand, this diminishes the working life of the catalyst in these contact-tube sections and, on the other hand, impairs the selectivity of the chemical reaction.

[0004] Various countermeasures for overcoming the disadvantages mentioned have already been recommended in the state of the art and are described, for example, in DE-A-44 31 949. One proposal consists of decreasing the diameter of the contact tubes in order to increase heat elimination per unit volume of the catalyst. A disadvantage of this method, however, is that it necessarily increases the number of catalyst-filled contact tubes necessary for a specific production capacity, which increases not only the preparation costs of the reactors but also the time required for filling and evacuating the contact tubes in the catalytic chamber. In DE-A-44 31 949, a reduction of the hot-spot temperatures was reported in tubes with circulation of a heat-exchange medium in the space surrounding the contact tubes by directing the heat-exchange medium along a meandering route in co-current flow with the reaction gases as well as by maintaining a specific, small temperature difference for the heat-exchange medium from the point of entrance to the point of discharge from the reactor.

[0005] According to another proposed method, one tries to suppress the development of hot spots by varying the volume-specific activity of the catalytic charge along the contact tubes. This procedure, however, requires either the use of two or more catalysts with differing activity or the inclusion of inert material. In addition, this procedure complicates the filling of the contact tubes.

[0006] It is the task of the invention to provide a reactor with a contact-tube bundle that is built in such a way that, when carrying out exothermic reactions in the tubes of the contact-tube bundle, the development of "hot spots" is mostly or completely eliminated. This task should be solved in a simple, economical manner by an appropriate design of the reaction tubes. It is a further task of the invention to provide a method for fabricating such a reactor with a contact-tube bundle.

[0007] The solution starts out from a reactor with a contact-tube bundle where a fluid reaction mixture is fed through the contact tubes and a heat-exchange medium through the space surrounding the contact tubes. The solution is characterized in that the contact tubes have a reduced inner diameter in the region of reaction-mixture entry relative to reaction-mixture discharge.

[0008] It was surprisingly found that the reduction of the tubes' inner diameter in the region of reaction-mixture entry had a considerable influence on the reduction of catalyst-degrading temperature spikes so that the appearance of "hot spots" is mostly or completely avoided.

[0009] The physical size of the reactors that can be developed according to the invention is, in principle, not limited. Application technology makes it suitable to employ large reactors in which bundles of a large number of contact tubes can be arranged, preferably over 10,000, often in the range of 15,000 to 30,000. Within the reactor, the contact tubes are normally arranged with a uniform distribution (cf. DE-A-44 31 949). The contact tubes, which in some cases can hold latent catalysts, are tightly affixed on their ends in tube seatings and, on upper or lower end respectively, open into a hood connected with the reactor. The fluid flowing through the contact tubes, i.e., a gaseous or liquid reaction mixture, is led in or out through these hoods. A heat-exchange medium is circulated through the space surrounding the contact tubes, whereby, in particular, fluid temperature media, often molten salt or molten metal, are circulated as heat-exchange media.

[0010] Generally, the contact tubes are made of ferritic steel and typically have a wall thickness of from one to three millimeters. Their inner diameter, as a rule, comes to 20 to 35 millimeters, preferably 25 ± 2 millimeters. The tube lengths normally reach a few meters, typically in the range of two to four meters.

[0011] According to the invention, the inner diameter of the contact tubes in the region of the reaction-mixture entry is narrowed relative to the reaction-mixture discharge by 5% to 25%, preferably by 10% to 15%. The tube inner diameter is thereby typically reduced in the region of the reaction-mixture entry by about one to five millimeters, preferably from two to three millimeters.

[0012] It is recommended that the inner diameter in the region of the reaction-mixture entry be narrowed along a length of from 1/3 to a half of the total tube length.

[0013] It is recommended that the contact tubes according to the invention be designed so that the tube inner diameter is tapered in the transition region from narrower to broader inner diameter.

[0014] According to the invention, reactors can basically have any shape desired but are preferably of cylindrical design. Other shapes are also possible however, for example, shapes with rectangular cross-sections.

[0015] The methodology can be solved by using tubes with uniform outer diameter but with greater wall thickness for the region of reaction-mixture entry relative to the region of reaction-mixture discharge. Such a method is particularly applicable for new construction of reactors with contact-tube bundles.

[0016] Alternatively, especially for already existing reactors, a method can be employed in which inlet tubes are inserted into a contact-tube bundle with contact tubes of constant inner diameter. As inlet tubes, one would preferably employ tubes with a wall thickness in the range of 1 to 2.5 millimeters, preferably from 1 to 1.5 mm. The material of the inlet tubes is preferably the same as material of the contact tubes.

[0017] In an advantageous methodology, the inlet tubes can be hydraulically pressed against the inner walls of the contact tubes. By this procedure, specified inner diameters can be tailored exactly.

[0018] In general, according to the invention, all contact tubes of a contact-tube bundle have a reduced inner diameter in the region of the reaction-mixture entry relative to the reaction-mixture discharge. However, the task according to the invention is also solved when at least the overwhelming majority of the contact tubes have a reduced inner diameter in the region of the reaction-mixture entry relative to the reaction-mixture discharge whereby preferably the contact tubes in the outer reactor region have a narrowed inner diameter in the entry region.

[0019] Reactors according to the invention are especially appropriate for carrying out catalytic gaseous-phase oxidations, preferably for the production of phthalic anhydride, (meth)acrolein, (meth)acrylic acid, maleic anhydride, oxalic acid and/or glyoxal.

[0020] A reliable reduction in "hot spot" temperature is achieved with the measures according to the invention. The flow velocity of the fluid reaction mixture is increased in the region of the reaction-mixture entry.

[0021] Reactors according to the invention have, in addition, the advantage that they can be used to carry out chemical reactions with better yield, less burning, fewer side-reactions and less waste.

[0022] The invention is further illustrated by means of the following embodiment.

[0023] In a method for the mass production of acrylic acid by catalytic gaseous-phase oxidation in a cylindrical tube-bundle reactor with approx 30,000 tubes of length 3.20 m each, by narrowing the inner diameter of all tubes, one succeeds in lowering the "hot-spot" temperature over the entire length of the tubes from 420°C to 412°C, thereby lowering it into a range in which catalyst degradation is negligible. A narrowing of the inner diameter of all tubes of the contact-tube bundle thus led to a lowering of "hot-spot" temperature by 8°C.

Patent Claims:

1. Reactor with a contact-tube bundle where a fluid reaction mixture is fed through the contact tubes and a heat-exchange medium passes through the space surrounding the contact tubes, characterized in that the contact tubes have a reduced inner diameter in the region of reaction-mixture entry relative to reaction-mixture discharge.

2. Reactor according to Claim 1, characterized in that the inner diameter in the region of the reaction-mixture entry is narrowed relative to the reaction-mixture discharge by 5% to 25%, preferably by 10% to 15%.
3. Reactor according to Claim 1 or 2, characterized in that the inner diameter in the region of the reaction-mixture entry is narrowed along a length of from 1/3 to a half of the total tube length.
4. Reactor according to one or more of Claims 1 through 3, characterized in that the tube inner diameter is tapered in the transition region from narrower to broader inner diameter.
5. Reactor according to one or more of Claims 1 through 4, characterized in that it has a cylindrical shape.
6. Method for the fabrication of a reactor according to one or more of Claims 1 through 5, characterized in that tubes are employed with uniform outer diameter but with greater wall thickness for the region of reaction-mixture entry relative to the region of reaction-mixture discharge.
7. Method for the fabrication of a reactor according to one or more of Claims 1 through 5, characterized in that inlet tubes are inserted in a contact-tube bundle with contact tubes of constant inner diameter.
8. Method according to Claim 7, characterized in that the inlet tubes are pressed in hydraulically.
9. Application of a reactor according to one or more of Claims 1 through 5 or a reactor fabricated according to one or more of the methods of Claims 6 through 8 for carrying out exothermic reactions, especially catalytic gaseous-phase oxidations, preferably for the production of phthalic anhydride, (meth)acrolein, (meth)acrylic acid, maleic anhydride, oxalic acid and/or glyoxal.



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.09.2000 Patentblatt 2000/36

(51) Int. Cl.⁷: **B01J 8/06, B01J 19/24**

(21) Anmeldenummer: 00102261.5

(22) Anmeldetag: 15.02.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 03.03.1999 DE 19909340

(71) Anmelder:
BASF AKTIENGESellschaft
67056 Ludwigshafen (DE)

(72) Erfinder:
• **Olbert, Gerhard**
69221 Dossenheim (DE)
• **Corr, Franz**
67067 Ludwigshafen (DE)

(74) Vertreter:
Isenbruck, Günter, Dr. et al
Patent- und Rechtsanwälte,
Bardehle-Pagenberg-Dost-Altenburg-Geissler-
Isenbruck
Theodor-Hauss-Anlage 12
68165 Mannheim (DE)

(54) **Rohrbündelreaktor mit gestuftem Innendurchmesser**

(57) Es wird ein Reaktor mit einem Kontaktrohrbündel vorgeschlagen, wobei durch die Kontaktrohre ein fluides Reaktionsgemisch und durch den die Kontaktrohre umgebenden Raum ein Wärmetauschnittel geleitet wird und wobei die Kontaktrohre im Bereich des Reaktionsgemischeintritts gegenüber dem Reaktionsgemischaustritt einen verringerten Innendurchmesser aufweisen. Der Reaktor ist insbesondere zur Durchführung von katalytischen Gasphasenoxidationen, bevorzugt zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid, (Meth)acrolein, (Meth)acrylsäure, Malein-säureanhydrid, Oxalsäure und/oder Glyoxal, geeignet.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Reaktor mit einem Kontaktröhrbündel, ein Verfahren zur Herstellung des Reaktors sowie eine Verwendung.

[0002] Röhrbündelreaktoren werden in großem Umfang zur Durchführung chemischer Reaktionen, insbesondere von Reaktionen mit großer Wärmetönung, bevorzugt für stark exotherme Gasphasenreaktionen, eingesetzt.

[0003] Zur Temperaturregelung sind die Reaktionsrohre von einem Wärmeträgermedium, beispielsweise von einer Salzschnelze, umgeben. Trotz dieser Thermostatisierung kommt es entlang der Katalysatorschüttung zur Ausbildung sogenannter heißer Flecken („hot spots“), mit erhöhter Temperatur gegenüber der übrigen Katalysatorschüttung. Dies mindert einerseits in diesem Kontaktröhrenschnitt die Lebensdauer des Katalysators und beeinträchtigt andererseits die Selektivität der chemischen Reaktion.

[0004] Verschiedene Gegenmaßnahmen zur Überwindung des genannten Nachteil werden im Stand der Technik bereits empfohlen und sind beispielsweise in DE-A-44 31 949 beschrieben. Ein Vorschlag besteht in der Verkleinerung des Durchmessers der Kontaktröhre, um so die Wärmeableitung je Volumeneinheit des Katalysators zu erhöhen. Nachteilig an dieser Methode ist jedoch, daß sie für eine bestimmte Produktionsleistung erforderliche Anzahl katalysatorgefüllter Kontaktröhre in notwendiger Weise erhöht, was sowohl die Fertigungskosten des Reaktors als auch die zum Füllen und Entleeren der Kontaktröhre im Katalysator erforderliche Zeitdauer steigert. In DE-A-44 31 949 wird eine Reduzierung der Heißpunkttemperaturen in den Röhren eines Röhrreaktors mit Wärmetauschkreislauf im die Kontaktröhre umgebenden Raum durch eine mäanderförmige Führung des Wärmetauschmittels in Gleichstrom mit den Reaktionsgasen sowie durch Einhaltung bestimmter, geringer Temperaturdifferenzen des Wärmetauschmittels von der Eintrittsstelle bis zur Austrittsstelle aus dem Reaktor offenbart.

[0005] Nach einem anderen vorgeschlagenen Verfahren wird die Ausbildung der Heißpunkte dadurch zu unterdrücken versucht, daß man die volumenspezifische Aktivität der katalytischen Beschickung längs der Kontaktröhre variiert. Diese Verfahrensweise erfordert jedoch die Anwendung entweder mindestens zweier Katalysatoren unterschiedlicher Aktivität oder die Mitverwendung von Inertmaterial. Außerdem verkompliziert diese Verfahrensweise das Füllen der Kontaktröhre.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Reaktor mit einem Kontaktröhrbündel zur Verfügung zu stellen, der in der Weise ausgestaltet ist, daß bei der Durchführung von exothermen Reaktionen in den Röhren des Kontaktröhrbündels das Auftreten von „hot spots“ überwiegend oder vollständig vermieden wird. Diese Aufgabe soll in einfacher, wirtschaftlicher Weise, durch

eine geeignete Ausbildung der Reaktionsrohre, gelöst werden. Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Reaktors mit einem Kontaktröhrbündel zu Verfügung zu stellen.

5 [0007] Die Lösung geht aus von einem Reaktor mit einem Kontaktröhrbündel, wobei durch die Kontaktröhre ein fluides Reaktionsgemisch und durch den die Kontaktröhre umgebenden Raum ein Wärmetauschkreislauf geleitet wird. Die Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktröhre im Bereich des Reaktionsgemischeintritts gegenüber dem Reaktionsgemischaustritt einen verringerten Innendurchmesser aufweisen.

10 [0008] Es wurde überraschend gefunden, daß die Verringerung des Rohrinneindurchmessers im Bereich des Reaktionsgemischeintritts einen erheblichen Einfluß auf die Absenkung von katalysatorschädigenden Temperaturspitzen hat, so daß das Auftreten von „hot spots“ überwiegend oder vollständig vermieden wird.

15 [0009] Die Baugröße der Reaktoren, die gemäß der Erfindung ausgebildet sein können, ist grundsätzlich nicht eingeschränkt. Anwendungstechnisch zweckmäßig werden große Reaktoren angesetzt, in denen Bündel aus einer Vielzahl von Kontaktröhren, bevorzugt über 10.000, häufig im Bereich von 15.000 bis 30.000, angeordnet werden können. Innerhalb des Reaktors sind die Kontaktröhre im Normalfall regelmäßig verteilt angeordnet (vergleiche DE-A-44 31 949). Die Kontaktröhre, die gegebenenfalls geträgerte Katalysatoren enthalten können, sind mit ihren Enden in Rohrböden abdichtend befestigt und münden jeweils am oberen bzw. unteren Ende in eine mit dem Reaktor verbundene Haube. Über diese Hauben wird das die Kontaktröhre durchströmende fluide, d.h. gasförmige oder flüssige Reaktionsgemisch zu- bzw. abgeführt. Durch den die Kontaktröhre umgebenden Raum wird ein Wärmetauschkreislauf geleitet, wobei als Wärmetauschkreislauf insbesondere fluide Temperaturmedien, häufig Salzschnelzen oder Metallschnelzen, geleitet werden.

20 [0010] Üblicherweise sind die Kontaktröhre aus ferritischem Stahl gefertigt und weisen in typischer Weise eine Wanddicke von ein bis drei Millimeter auf. Ihr Innendurchmesser beträgt in der Regel 20 bis 35 Millimeter, bevorzugt 25 +/- 2 Millimeter. Die Rohrlänge erstreckt sich im Normalfall auf wenige Meter, typischerweise im Bereich von zwei bis vier Meter.

25 [0011] Erfindungsgemäß wird der Innendurchmesser der Kontaktröhre im Bereich des Reaktionsgemischeintritts gegenüber dem Reaktionsgemischaustritt um 5% bis 25%, bevorzugt um 10% bis 15%, verringert. Der Rohrinneindurchmesser wird somit im Bereich des Reaktionsgemischeintritts typischerweise um etwa ein bis fünf Millimeter, bevorzugt um etwa zwei bis drei mm, reduziert.

30 [0012] In bevorzugter Weise wird der Innendurchmesser im Bereich des Reaktionsgemischeintritts auf einer Länge von 1/3 bis zur Hälfte der Gesamtröhrlänge verringert.

[0013] In bevorzugter Weise sind die Kontaktröhre

erfindungsgemäß so ausgebildet, daß die Rohrwand im Bereich des Übergangs vom geringeren zum größeren Innendurchmesser angeschrägt ist.

[0014] Erfindungsgemäße Reaktoren können grundsätzlich jede beliebige Bauform aufweisen, bevorzugt sind sie jedoch zylindrisch ausgebildet. Es sind jedoch auch andere Bauformen möglich, beispielsweise Bauformen mit rechteckigem Querschnitt.

[0015] Die Verfahrensaufgabe kann dadurch gelöst werden, daß Rohre mit gleichem Außendurchmesser, jedoch mit größerer Wandstärke für den Bereich am Reaktionsgemischeintritt gegenüber dem Bereich am Reaktionsgemischaustritt eingesetzt werden. Ein derartiges Verfahren wird insbesondere bei der Neukonstruktion von Reaktoren mit Kontaktröhrbündeln zur Anwendung kommen.

[0016] Alternativ kann, insbesondere bei bereits vorhandenen Reaktoren, ein Verfahren eingesetzt werden, wonach in ein Kontaktröhrbündel mit konstantem Innendurchmesser der Kontaktröhre in den Bereich am Reaktionsgemischeintritt Inlet-Röhre eingeschoben werden. Als Inlet-Röhre werden bevorzugt Rohre mit einer Wandstärke im Bereich von 1 bis 2,5 Millimeter, bevorzugt von 1 bis 1,5 mm, eingesetzt. Das Material der Inlet-Röhre ist bevorzugt dasselbe, wie das Material der Kontaktröhre.

[0017] In verfahrenstechnisch vorteilhafter Weise können die Inlet-Röhre an die Innenwände der Kontaktröhre hydraulisch angepreßt werden. Durch diese Maßnahme können vorgegebene Innendurchmesser exakt eingestellt werden.

[0018] Erfindungsgemäß weisen im allgemeinen alle Kontaktröhre eines Kontaktröhrbündels einen im Bereich des Reaktionsgemischeintritts gegenüber dem Reaktionsgemischaustritt verringerten Innendurchmesser auf. Die erfindungsgemäße Aufgabe wird jedoch auch dadurch gelöst, daß zumindest der überwiegende Teil der Kontaktröhre im Bereich des Reaktionsgemischeintritts einen verringerten Innendurchmesser aufweist, wobei bevorzugt die im äußeren Reaktorbereich liegenden Kontaktröhre im Eingangsbereich in ihrem Innendurchmesser verringert sind.

[0019] Erfindungsgemäße Reaktoren eignen sich besonders zur Durchführung von exothermen Reaktionen, insbesondere katalytischen (Gasphasenoxidationen, bevorzugt zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid, (Meth)acrolein, (Meth)acrylsäure, Maleinsäureanhydrid, Oxalsäure und/oder Glyoxal.

[0020] Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird eine zuverlässige Absenkung der „hot spot“-Temperatur erreicht. Die Strömungsgeschwindigkeit des fluiden Reaktionsgemisches wird im Bereich des Reaktionsgemischeintritts erhöht.

[0021] Erfindungsgemäße Reaktoren haben weiterhin den Vorteil, daß sie zur Durchführung von chemischen Reaktionen mit besserer Ausbeute, weniger Verbrennung, weniger Nebenreaktionen und weniger Eduktverlust eingesetzt werden können.

[0022] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert:

[0023] In einem Verfahren zur großtechnischen Herstellung von Acrylsäure durch katalytische Gasphasenoxidation in einem zylindrischen Röhrbündelreaktor mit ca. 30000 Rohren mit einer Länge von jeweils 3,20 m wurde durch Verengung des Innendurchmessers sämtlicher Rohre jeweils über die gesamte Röhrlänge eine Absenkung der „hot spot“-Temperatur von 420°C auf 412°C erreicht und somit in einen Bereich, in dem keine nennenswerte Katalysatorschädigung auftritt, abgesenkt. Eine Verringerung der Innendurchmesser sämtlicher Rohre des Kontaktröhrbündels führte somit zu einer Absenkung der „hot spot“-Temperatur um 8°C.

Patentansprüche

1. Reaktor mit einem Kontaktröhrbündel, wobei durch die Kontaktröhre ein fluides Reaktionsgemisch und durch den die Kontaktröhre umgebenden Raum ein Wärmetauschnittel geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktröhre im Bereich des Reaktionsgemischeintritts gegenüber dem Reaktionsgemischaustritt einen verringerten Innendurchmesser aufweisen.
2. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser im Bereich des Reaktionsgemischeintritts gegenüber dem Reaktionsgemischaustritt um 5 bis 25 %, bevorzugt um 10 bis 15%, verringert ist.
3. Reaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser im Bereich des Reaktionsgemischeintritts auf einer Länge von 1/3 bis zur Hälfte der Gesamtröhrlänge verringert ist.
4. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrwand im Bereich des Übergangs vom geringeren zum größeren Innendurchmesser angeschrägt ist.
5. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß er eine zylindrische Bauform aufweist.
6. Verfahren zur Herstellung eines Reaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Rohre mit konstantem Außendurchmesser, jedoch mit größerer Wandstärke für den Bereich am Reaktionsgemischeintritt gegenüber dem Bereich am Reaktionsgemischaustritt eingesetzt werden.
7. Verfahren zur Herstellung eines Reaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in ein Kontaktröhrbündel mit konstan-

tem Innendurchmesser der Kontaktrohre in den Bereich am Reaktionsgemischeintritt Inlet-Rohre eingeschoben werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Inlet-Rohre hydraulisch angepreßt werden. 5
9. Verwendung eines Reaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 5, oder nach einem der Verfahrensansprüche 6 bis 8 hergestellten Reaktors zur Durchführung von exothermen Reaktionen, insbesondere katalytischen Gasphasenoxidationen, bevorzugt zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid, (Meth)acrolein, (Meth)acrylsäure, Maleinsäureanhydrid, Oxalsäure und/oder Glyoxal. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55